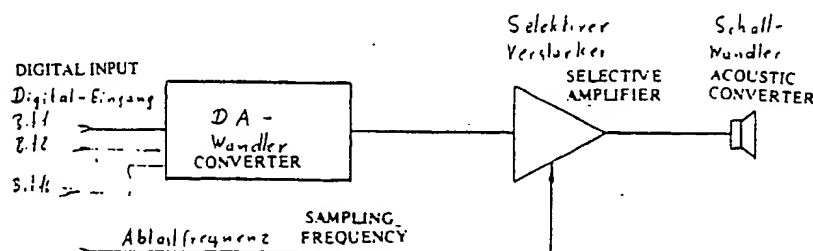


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁴ : H04R 1/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 86/ 03927 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Juli 1986 (03.07.86)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE85/00532 (22) Internationales Anmeldedatum: 19. Dezember 1985 (19.12.85) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 34 47 111.1 (32) Prioritätsdatum: 22. Dezember 1984 (22.12.84) (33) Prioritätsland: DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: HEIM, Josef [DE/DE]; Herderstr. 6, D-5060 Bergisch Gladbach 3 (DE). (74) Anwalt: BERKENFELD, Helmut; An der Schanz 2, D-5000 Köln 60 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: METHOD FOR TRANSFORMING ACOUSTIC INFORMATION-CONTAINING DIGITAL ELECTRIC SIGNALS INTO ACOUSTIC WAVES, AND CIRCUIT FOR IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM UMWANDELN VON EINE SCHALLINFORMATION ENTHALTENDEN DIGITALISIERTEN ELEKTRISCHEN SIGNALEN IN SCHALLWELLEN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM DURCHFÜHREN DIESER VERFAHRENS



(57) Abstract

The digital loud-speaker replaces present acoustic transducers in entertainment electronics and studio technique. The basic idea of the digital loud-speaker lies on the fact that only discrete values of the amplitude of a digitalized analogue signal are emitted by an electroacoustic transducer as small acoustic pulses at the rate of the sampling frequency. In other words, the transformation of digital information into acoustic energy takes place only during the sound production phase. The fundamental signification is that sound play-back does not require wide band electroacoustic transducers anymore. Only the sampling frequency of the analogue signal has to be radiated with different intensities.

(57) Zusammenfassung

Der digitale Lautsprecher ersetzt die bisherigen Schallwandler in der Unterhaltungselektronik und in der Studio-technik. Der Grundgedanke des digitalen Lautsprechers beruht auf der Tatsache, dass nur die diskreten Amplitudenwerte eines digitalisierten Analog-Signals als kleine Schallimpulse im Takt der Abtastfrequenz von einem elektro-akustischen Wandler abgestrahlt werden. Mit anderen Worten gesagt, erfolgt die Rückwandlung der digitalen Information in akustische Energie erst bei der Schallerzeugung. Die fundamentale Bedeutung liegt darin, dass für die Schallwiedergabe jetzt keine breitbandigen elektroakustischen Wandler mehr erforderlich sind, sondern lediglich nur die Abtastfrequenz des Analog-Signals mit unterschiedlicher Intensität abgestrahlt werden muss.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	ML	Mali
AU	Australien	GA	Gabun	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BE	Belgien	HU	Ungarn	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	IT	Italien	NO	Norwegen
BR	Brasilien	JP	Japan	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
DE	Deutschland, Bundesrepublik	LU	Luxemburg	TD	Tschad
DK	Dänemark	MC	Monaco	TG	Togo
FI	Finnland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika

Verfahren zum Umwandeln von eine Schallinformation enthaltenden digitalisierten elektrischen Signalen in Schallwellen und Schaltungsanordnung zum Durchführen dieses Verfahrens

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umwandeln von nach der Puls-Code-Modulation (PCM) unter Verwendung eines Abtastimpulses mit der Frequenz f_t erzeugten und eine Schallinformation enthaltenden digitalisierten elektrischen Signalen in Schallwellen unter Verwendung von mindestens einem elektroakustischen Wandler. Die Erfindung betrifft weiter eine Schaltungsanordnung zum Durchführen dieses Verfahrens.

Vorgeschichte der Erfindung

Die digitale Technik und die Digitalisierung von elektrischen Signalen hat in letzter Zeit immer größere Anwendung gefunden. Inzwischen werden auch Schallwellen digital aufgezeichnet. Es gibt die Digital-Schallplatte. Die Bundespost stellt die Fernsprechtechnik von der Übermittlung von analogen Signalen auf die Übermittlung von digitalen Signalen um. Bei der Rückwandlung der die Schallinformation enthaltenden digitalen Signale in Schallwellen ist man jedoch bei der herkömmlichen Analogtechnik verblieben. Hierbei werden die digitalen Signale in einem Digital-Analog-Wandler in analoge Signale gewandelt und diese werden über Verstärker auf Lautsprecher gegeben. Damit unterwirft man sich wieder den mit der naturgetreuen Wiedergabe von analogen Signalen verbundenen Beschränkungen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, von diesen Beschränkungen freizukommen und die Vorteile der Digitaltechnik auch bei der Rückwandlung der digitalisierten Signale in Schallwellen zu nutzen. Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß die Umwandlung der digitalisierten Signale in Schallwellen im elektroakustischen Wandler selbst erfolgt. Berechnungen und Versuche zeigen, daß man mit dieser Technik mit geringerem apparativen Aufwand eine mindestens gleich gute und überwiegend bessere Tonqualität als mit der bisherigen konventionellen Analogtechnik erreicht.

Zweckmäßige Ausgestaltungen des erfinderischen Grundgedankens werden in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird im folgenden auf der Grundlage einer theoretischen Abhandlung und der Darstellung von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Unter einem digitalen Lautsprecher ist dabei ein Lautsprecher zu verstehen, dem die digitalisierten Signale erfindungsgemäß unmittelbar zugeführt werden.

Als Thomas Alva Edison 1877 den Phonographen erfunden hat, wurde der Menschheit ein langersehnter Wunsch erfüllt. Physikalische Phänomene, wie die menschliche Stimme und Musik, konnten auf die Dauer festgehalten und zu einem beliebigen Zeitpunkt wiedergegeben werden. Edison's Phonograph wurde von dem Grammophon abgelöst. Auf die Schellackplatten des Grammophons folgten Ende der 40-er Jahre die Langspielplatten aus Kunststoff. Die Erfinder und Entwickler hatten das Bestreben, die Wiedergabequalität zu verbessern.

Dieser Weg wird noch heute konsequent weiterverfolgt. Das letzte Beispiel ist die Einführung der Digital-Schallplatte

(Compact-Disc). Die technische Entwicklung bezieht sich jedoch nicht nur auf die Schallträger, sondern auch auf die ganzen Geräte, die zur Wiedergabe dieser Tonkonserven dienen. Bei den Verstärkern und bei den Lautsprechern konnten in den letzten Jahren gute Fortschritte erzielt werden. Die Verstärkertechnik ist bereits durch die Einführung von Transistoren und rauscharmen, integrierten Baugruppen weitgehend ausgeschöpft. Die bereits erreichten technischen Eigenschaften erfüllen alle Anforderungen. Weitere Verbesserungen in bezug auf Frequenzgang und Klirrfaktor würden nur meßtechnische Ergebnisse liefern, wären jedoch für die Menschen ohne jegliche Bedeutung, da sie weit unterhalb der Wahrnehmbarkeitsgrenze liegen.

Bei den Lautsprechern sieht die Situation etwas anders aus. Es sind zwar Lautsprecherkombinationen mit sehr guter naturgetreuer Wiedergabe verfügbar, jedoch für den Durchschnittsverbraucher wegen der enorm großen Abmessungen und des hohen Preises unerschwinglich. Aus heutiger Sicht kann gesagt werden, daß das schwächste Glied in einer Audio-Anlage der Lautsprecher ist.

Der hier vorgestellte digitale Lautsprecher arbeitet nach einem völlig neuen Prinzip. Die einzige Gemeinsamkeit mit den bisher bekannten Lautsprechern ist lediglich, daß beide elektrische Energie in Schallwellen umsetzen.

Nachteile der bekannten Lautsprecher

Lautsprecher nach dem elektro-dynamischen Prinzip sind die am häufigsten gebauten Typen. Andere Wandlertypen, wie elektrostatische, kapazitive oder der Korona-Lautsprecher, konnten sich bisher nur auf Spezialgebieten, insbesondere als Hochtonstrahler durchsetzen. Die Problematik aller Lautsprechersysteme ist, daß das gesamte Frequenzspektrum von 20 bis 20.000 Hz möglichst linear abgestrahlt werden soll. Mit

- 4 -

einem einzigen Lautsprecherchassis kann diese Forderung nicht erfüllt werden. Aus diesem Grunde existieren eine Reihe von Kombinationen, bestehend aus Tief-, Mittel- und Hochtonsystemen. Die Frequenzbereiche werden durch elektrische Weichen auf die einzelnen Schallwandler aufgeteilt. Durch die Auswahl von geeigneten Kombinationen und Filterweichen konnten sehr gute Kombinationen geschaffen werden. Man braucht nur eine Audio-Zeitschrift aufzuschlagen und findet sofort ein großes Angebot an unterschiedlichen Lautsprechersystemen. Von der Pyramidenform bis zum gegossenen Betongehäuse ist alles vertreten, und jeder Hersteller schwört auf sein Fabrikat. Da das Klangempfinden der Menschen subjektiv ist, ist ein qualitativer Vergleich bei Lautsprechern sehr schwierig.

Der Wirkungsgrad, das heißt das Verhältnis von abgestrahlter akustischer Energie zur zugeführten elektrischen Energie, beträgt bei allen bisher bekannten Systemen nur einige Prozent. Die nicht-linearen Verzerrungen (Klirrfaktor) liegen bei Nennbelastbarkeit (Belastung, die ohne bleibende Änderung der Lautsprechereigenschaften vertragen wird, das heißt Zerstörungsgrenze) für gute Lautsprecher bei ca. 3%. Wenn man bedenkt, daß die gesamte Elektronik in einem Audio-System Klirrfaktorwerte von unter 0,1 % aufweist und die angeschlossenen Boxen einige Prozent Verzerrungen produzieren, so ist es verständlich, daß die "analogen Lautsprecher" durch andere Systeme ersetzt werden müssen, damit die naturgetreue Musikwiedergabe für den Menschen ohne Kompromisse möglich wird.

Wirkungsweise und Aufbau des digitalen Lautsprechers

Das Abtasttheorem

Die Grundlagen für die Umsetzung von Analog-Signalen in die

digitale Ebene beruhen auf nachrichten-theoretischen Untersuchungen mehrerer Wissenschaftler. Bereits um 1920 haben Nyquist und Raabe die Grundlagen gelegt. 1948 veröffentlichte E. Shannon seine Arbeit über das Abtasttheorem und damit hat er den Grundstein für die moderne Informationstheorie gelegt. Der darin enthaltene Lehrsatz beschreibt den allgemein gültigen Zusammenhang zwischen zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Signalen, das heißt zwischen zeitlich lückenlos verlaufenden Vorgängen, die sich innerhalb einer beliebigen Anzahl von Amplitudenwerten ändern können, so wie impulsförmigen Signalen, die nur innerhalb bestimmter (diskreter) Zeitwerte auftreten. Demnach läßt sich ein analoges Signal in eine Folge von zeitdiskreten Impulsen umwandeln, wenn man es in äquidistante, das heißt untereinander gleiche Zeitabstände durch Musterabnahme abtastet. Zwei Bedingungen sind einzuhalten:

Die Abtastfrequenz muß mindestens den doppelten Wert der höchsten Frequenz im Signal betragen. Im Originalsignal darf keine höhere Frequenz als die Hälfte der Abtastfrequenz enthalten sein.

Die Bedeutung des Shannon'schen Theorems liegt im mathematischen Beweis, daß die Umsetzung ohne jeglichen Informationsverlust stattfindet, obwohl der Abtastprozeß offensichtlich alle Signaländerungen zwischen den Musterentnahmen außer acht läßt. Diese Aussage hat für die Digitalisierung von Tonsignalen und ihre originalgetreue Reproduktion besonderes Gewicht.

Die Puls-Code-Modulation (PCM) basiert auf dem Abtasttheorem und wird in der digitalen Audio-Technik angewandt. Nur die digitalisierten Amplitudenwerte eines Analog-Signals werden übertragen und auf Magnetband aufgezeichnet oder als Information auf einen Tonträger, zum Beispiel Compact-Schallplatte, gepreßt. Solange bei der Wiedergabe die Bit-Inhalte (logisch 0 oder logisch 1) bewertet werden können,

bleibt die Übertragung störungsfrei. Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieser Technik ist, daß während der Übertragung oder während der Wiedergabe nur digitale Informationen behandelt werden müssen. Diese Funktionen lassen sich einfach integrieren, und dank der Mikroelektronik sind die Gerätepreise für ein großes Publikum akzeptabel.

Im nächsten Jahrzehnt wird mit Sicherheit Satelliten-Rundfunk und -Fernsehen eingeführt. Die digitale Übertragung von Tonsignalen wird im Rundfunkbereich auch in absehbarer Zeit Wirklichkeit. Als Tonträger ist die digitale Schallplatte bereits auf dem Markt und wird sehr rasch die bisherige Analog-Technik ablösen.

Die Anwendung des Abtasttheorems für die Schallwiedergabe

Digitalisierte Analog-Signale können mit Digital-Analog-Wandlern wieder in die ursprüngliche Form zurückversetzt werden. Ein Beispiel für ein solches digitalisiertes Analog-Signal ist in Fig. 1 dargestellt.

Bei der Wiedergabe werden die Abtastwerte von einem Digital-Analog-Wandler in eine Analog-Spannung umgesetzt, und nach der Filterung steht das Originalsignal wieder zur Verfügung.

Der Grundgedanke des digitalen Lautsprechers beruht auf der Tatsache, daß die diskreten Amplitudenwerte als kleine Schallimpulse im Takt der Abtastfrequenz von einem elektroakustischen Wandler abgestrahlt werden. Mit anderen Worten gesagt, erfolgt die Rückwandlung der digitalen Information erst bei der Schallerzeugung.

In Fig. 2 ist das Frequenzspektrum dieses Verfahrens dargestellt.

Der elektro-akustische Wandler arbeitet auf einer festen Frequenz. Diese Frequenz ist die Abtastfrequenz. Geben wir die Modulation auf den Schallwandler, so werden folgende Frequenzen abgestrahlt:

- a) das Analog-Signal
- b) die Abtastfrequenz
- c) die Summenfrequenz (Abtastfrequenz + Signal)
- d) die Differenzfrequenz (Abtastfrequenz - Signal)

Nur die Signalfrequenz liegt in dem hörbaren Bereich, so daß die Abtastfrequenz bzw. die Summen- und Differenzfrequenzen den Wiedergabevorgang nicht beeinträchtigen.

Der digitale Lautsprecher basiert auf dem Abtasttheorem. Das Abtasttheorem wurde auf die Schallwiedergabe erweitert. Durch Experimente konnte nachgewiesen werden, daß sich die Schallwellen genauso verhalten wie die elektrischen Signale.

Die fundamentale Bedeutung liegt darin, daß für die Schallwiedergabe jetzt keine breitbandigen elektro-akustischen Wandler mehr erforderlich sind, sondern lediglich nur die Abtastfrequenz des Analog-Signals mit unterschiedlicher Intensität abgestrahlt werden muß.

Aufbau des digitalen Lautsprechers

Wie bereits erwähnt, strahlt der digitale Lautsprecher nur die Abtastfrequenz mit unterschiedlicher Intensität ab. Diese Frequenz liegt im Ultraschall-Bereich und beträgt bei der digitalen Schallplatte zum Beispiel 44,1 kHz. Es ist zweitrangig, nach welchem Prinzip der elektro-akustische Wandler arbeitet. Vielmehr ist entscheidend, daß es sich dabei um ein Schmalband-System handelt, das heißt, nur die Abtastfrequenz muß abgestrahlt werden. Als Schallwandler eignen sich keramische Wandler oder Korona-Lautsprecher

nach dem Ionisations-Prinzip.

Zwei Bauarten des digitalen Lautsprechers werden besprochen:

- a) Ein einziger elektro-akustischer Wandler setzt die elektrische Energie in Schallwellen um. Der Wandler wird gemäß der Darstellung in Fig. 3 angesteuert. Die Amplitudenwerte werden mit unterschiedlicher Intensität von dem Lautsprecher abgestrahlt.
- b) Bei dieser Ausführungsform erfolgt die Digital-Analog-Umsetzung auf der akustischen Ebene. Dies ist in Fig. 4 dargestellt. Bei einer Auflösung (Anzahl der diskreten Amplitudenstufen) von 16 Bit zum Beispiel werden sechzehn einzelne elektro-akustische Wandler zu einem Lautsprechersystem zusammengefaßt. Die Abmessungen der einzelnen Elemente sind so gewählt, daß die abgestrahlte Leistung dem Binärwert der Signalamplitude entspricht. Der größte Wandler ist in der Lage, 50 % der Gesamtschalleistung abzustrahlen. Der zweitgrößte 25 % usw. Je nach Amplitudenwert werden ein oder mehrere elektro-akustische Wandler aktiviert, und die gesamte Schalleistung entspricht der Originalamplitude des Analog-Signals.

Der aufwendige Digital-Analog-Wandler wird nicht mehr benötigt. Der Leistungs-Endverstärker arbeitet auch digital, da nur die einzelnen Schallwandler, je nach Bit-Muster, aktiviert werden müssen. Probleme mit nicht-linearen Verzerrungen in der Endstufe können gar nicht auftreten, da bis zu der Schallerzeugung alles auf der digitalen Ebene abläuft und der Leistungsverstärker eigentlich nur aus sechzehn Schalttransistoren besteht.

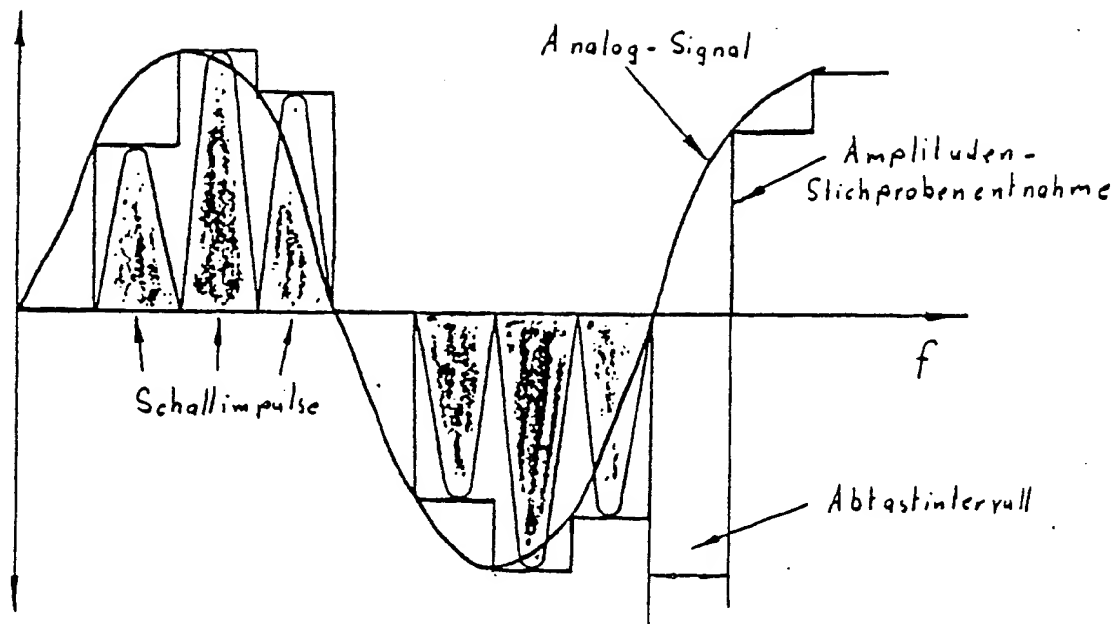
Die elektro-akustischen Wandler werden so gewählt, daß die Resonanzfrequenz der Abtastfrequenz gleich ist. Auf

diese Weise wird ein sehr hoher Wirkungsgrad erreicht.

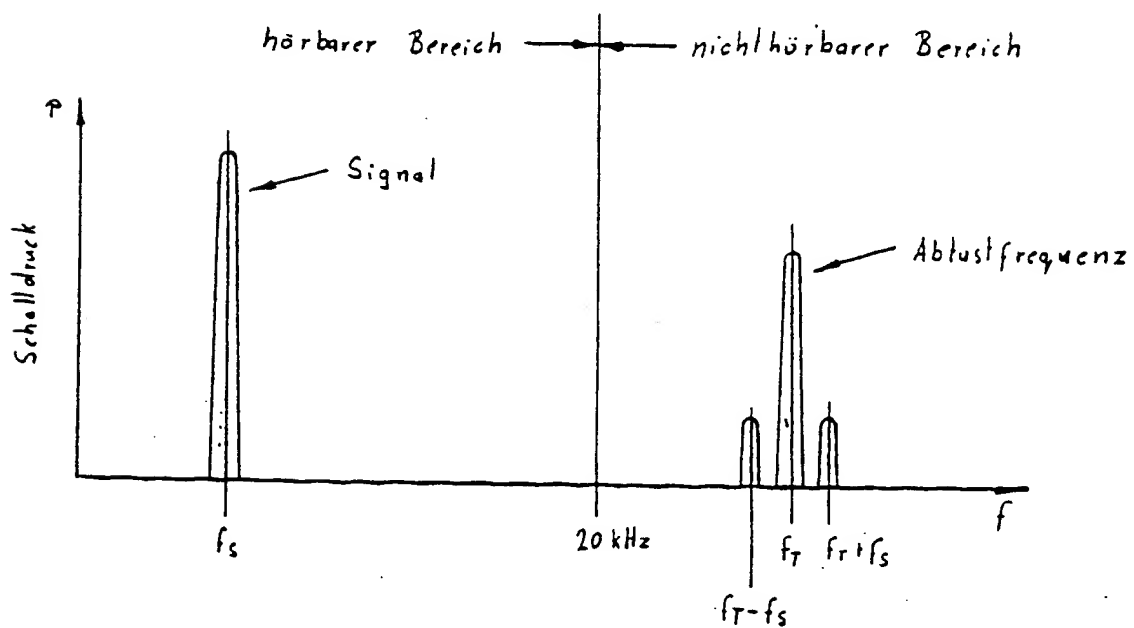
Patentansprüche

1. Verfahren zum Umwandeln von nach der Puls-Code-Modulation (PCM) unter Verwendung eines Abtastimpulses mit der Frequenz f_t erzeugten und eine Schallinformation enthaltenden digitalisierten elektrischen Signalen in Schallwellen unter Verwendung von mindestens einem elektroakustischen Wandler, dadurch gekennzeichnet, daß die Umwandlung im elektroakustischen Wandler selbst erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die digitalisierten elektrischen Signale mit dem die Frequenz f_t aufweisenden Abtastimpuls getastet und anschließend auf den elektroakustischen Wandler gegeben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die digitalisierten elektrischen Signale auf einen Digital-Analog-Wandler gegeben, dessen Ausgangssignal einem auf die Abtastfrequenz abgestimmten selektiven Verstärker zugeführt, dieser mit einem die Abtastfrequenz f_t aufweisenden und mit der PCM synchronisierten Impuls getastet und sein Ausgangssignal auf den elektroakustischen Wandler gegeben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die digitalisierten elektrischen Signale auf einen Speicher gegeben und nach Bit-Muster abgespeichert werden, die Signale aus dem Speicher mit einem die Abtastfrequenz f_t aufweisenden und mit der PCM synchronisierten Impuls abgerufen und über Treiber auf jedem Bit-Muster zugeordnete elektroakustische Wandler gegeben werden.

5. Schaltungsanordnung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektroakustischen Wandler auf die Abtastfrequenz abgestimmt sind.
6. Schaltungsanordnung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Digital-Analog-Wandler an die Quelle der digitalisierten Signale angeschlossen ist, ein selektiver Verstärker am Ausgang des Digital-Analog-Wandlers und an dessen Ausgang der elektroakustische Wandler liegt und der Steuereingang des selektiven Verstärkers an die Quelle eines die Abtastfrequenz f_t aufweisenden und mit der PCM synchronisierten Impulses angeschlossen ist.
7. Schaltungsanordnung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher an die Quelle der digitalisierten Signale und sein Steuereingang an die Quelle eines die Abtastfrequenz f_t aufweisenden und mit der PCM synchronisierten Impulses angeschlossen ist, und elektroakustische Wandler mit binär abgestufter Leistung an die Ausgänge des Speichers angeschlossen sind.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch den elektroakustischen Wandler vorgeschaltete Treiber.
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle der digitalisierten Signale der Abtastkopf eines digital arbeitenden Schallspeichermediums ist.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle der digitalisierten Signale der Ausgang einer digital arbeitenden Schallsignalquelle ist.



Figur 1



Figur 2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 85/00532

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int. Cl. ⁴ , -H 04 R 1/00																				
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE <div style="text-align: right; margin-right: 50px;">Recherchierter Mindestprüfstoff⁷</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;">Klassifikationssystem</td> <td style="padding: 5px;">Klassifikationssymbole</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int. Cl.⁴</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">H 04 R</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸</p>			Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	Int. Cl. ⁴	H 04 R														
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole																			
Int. Cl. ⁴	H 04 R																			
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Art*</th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Kennzeichnung der Veröffentlichung¹¹, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile¹²</th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Betr. Anspruch Nr.¹³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 4395593 (J. FLANAGAN) 26. Juli 1983, siehe Figuren 3,4; Spalte 5, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 57</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1,2,4,7,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Patents Abstract of Japan, Band 8, Nr. 277, (E-285) (1714) 18. Dezember 1984 & JP, A, 59146297 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22. August 1984</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1,2,4,7,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Patents Abstracts of Japan, Band 6, Nr. 189, (E-133) (1067) 28. September 1982 & JP, A, 57101492 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24. Juni 1982</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">6,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Patents Abstracts of Japan, Band 8, Nr. 256, (E-280) (1693) 22. November 1984</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-3</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; margin-top: 5px;">./.</p>			Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³	X	US, A, 4395593 (J. FLANAGAN) 26. Juli 1983, siehe Figuren 3,4; Spalte 5, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 57	1,2,4,7,10	X	Patents Abstract of Japan, Band 8, Nr. 277, (E-285) (1714) 18. Dezember 1984 & JP, A, 59146297 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22. August 1984	1,2,4,7,10	X	Patents Abstracts of Japan, Band 6, Nr. 189, (E-133) (1067) 28. September 1982 & JP, A, 57101492 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24. Juni 1982	1-3	A		6,10	X	Patents Abstracts of Japan, Band 8, Nr. 256, (E-280) (1693) 22. November 1984	1-3
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³																		
X	US, A, 4395593 (J. FLANAGAN) 26. Juli 1983, siehe Figuren 3,4; Spalte 5, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 57	1,2,4,7,10																		
X	Patents Abstract of Japan, Band 8, Nr. 277, (E-285) (1714) 18. Dezember 1984 & JP, A, 59146297 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22. August 1984	1,2,4,7,10																		
X	Patents Abstracts of Japan, Band 6, Nr. 189, (E-133) (1067) 28. September 1982 & JP, A, 57101492 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24. Juni 1982	1-3																		
A		6,10																		
X	Patents Abstracts of Japan, Band 8, Nr. 256, (E-280) (1693) 22. November 1984	1-3																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>																				
IV. BESCHEINIGUNG <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Absendedatum des internationalen Recherchenberichts</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1. April 1986</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">21 APR. 1986</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Internationale Recherchenbehörde</td> <td style="padding: 5px;">Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Europäisches Patentamt</td> <td style="padding: 5px;">M. VAN MOL </td> </tr> </table>			Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	1. April 1986	21 APR. 1986	Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	Europäisches Patentamt	M. VAN MOL										
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts																			
1. April 1986	21 APR. 1986																			
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten																			
Europäisches Patentamt	M. VAN MOL																			

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	& JP, A, 59128899 (ONKYO K.K.) 25. Juli 1984	
A	--	6,10
X	Patents Abstracts of Japan, Band 7, Nr. 233, (E-204) (1378) 15. Oktober 1983 & JP, A, 58121897 (NIPPON GAKKI SEIZO K.K.) 20. Juli 1983	1,2,4,7,8, 10
X	--	
X	Patents Abstracts of Japan, Band 7, Nr. 243, (E-207) (1388) 28. Oktober 1983 & JP, A, 58130695 (NIPPON GAKKI SEIZO K.K.) 4. August 1983	1-4,6-8,10
X	--	
X	Patents Abstracts of Japan, Band 8, Nr. 44, (E-229) (1481) 25. Februar 1984 & JP, A, 58200698 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22. November 1983	1-3
A	-----	6,10

INTERNATIONAL APPLICATION NO.

PCT/DE 85/00532 (SA 11767)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 11/04/86

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

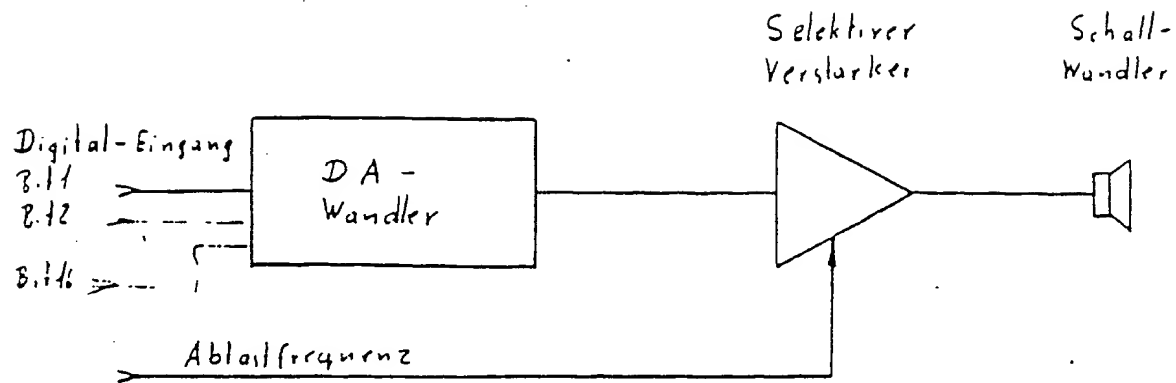
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 4395593	26/07/83	None	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	& JP, A, 59128899 (ONKYO K.K.) 25 July 1984 --	6,10
X	Patents Abstracts of Japan, volume 7, No.233, (E-204) (1378) 15 October 1983 & JP, A, 58121897 (NIPPON) GAKKI SEIZO K.K.) 20 July 1983 --	1,2,4,7, 8,10
X	Patents Abstracts of Japan, volume 7, No.243, (E-207) (1388) 28 October 1983 & JP, A, 58130695 (NIPPON GAKKI SEIZO K.K.) 4 August 1983 --	1-4,6-8, 10
X	Patents Abstracts of Japan, volume 8, No.44, (E-229) (1481) 25 February 1984 & JP, A, 58200698 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22 November 1983	1-3
A	-----	6,10

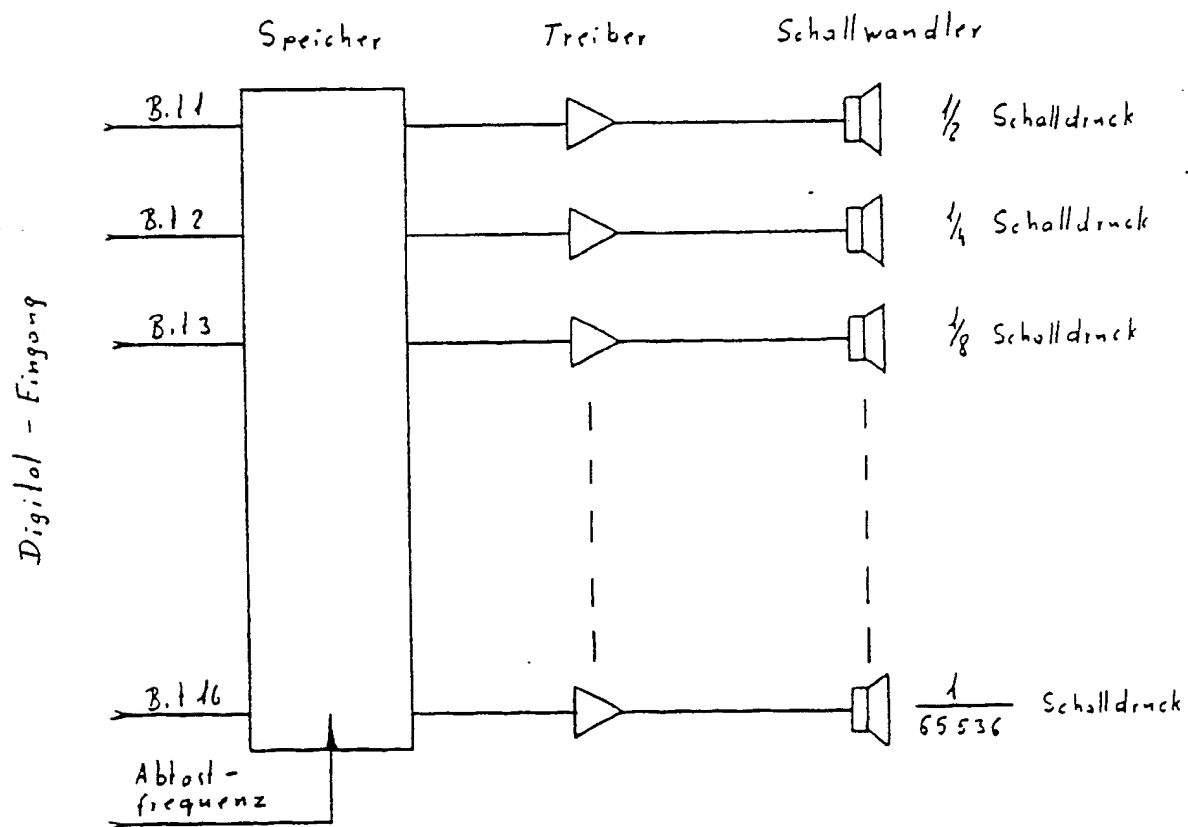
INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 85/00532

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ⁴ ; H 04 R 1/00																							
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">Classification System</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl.⁴:</td> <td style="padding: 5px;">H 04 R</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸</div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. ⁴ :	H 04 R																	
Classification System	Classification Symbols																						
Int.Cl. ⁴ :	H 04 R																						
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; border-bottom: 1px solid black;">Category ⁹</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 15%; border-bottom: 1px solid black;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 4395593 (J.FLANAGAN) 26 July 1983, see figures 3,4; column 5, line 32 - column 7, line 57 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1,2,4,7,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Patents Abstract of Japan, volume 8, No.277, (E-285) (1714) 18 December 1984 & JP, A, 59146297 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22 August 1984 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1,2,4,7,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Patents Abstracts of Japan, volume 6, No.189, (E-133) (1067) 28 September 1982 & JP, A, 57101492 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24 June 1982</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">--</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">6,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">Patents Abstracts of Japan, volume 8, No. 256, (E-280) (1693) 22 November 1984</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-3</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center; vertical-align: bottom; padding: 5px;">./.</td> </tr> </table> <div style="font-size: small; margin-top: 10px;"> <p>⁹ Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div>			Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	X	US, A, 4395593 (J.FLANAGAN) 26 July 1983, see figures 3,4; column 5, line 32 - column 7, line 57 --	1,2,4,7,10	X	Patents Abstract of Japan, volume 8, No.277, (E-285) (1714) 18 December 1984 & JP, A, 59146297 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22 August 1984 --	1,2,4,7,10	X	Patents Abstracts of Japan, volume 6, No.189, (E-133) (1067) 28 September 1982 & JP, A, 57101492 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24 June 1982	1-3	A	--	6,10	X	Patents Abstracts of Japan, volume 8, No. 256, (E-280) (1693) 22 November 1984	1-3			./.
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³																					
X	US, A, 4395593 (J.FLANAGAN) 26 July 1983, see figures 3,4; column 5, line 32 - column 7, line 57 --	1,2,4,7,10																					
X	Patents Abstract of Japan, volume 8, No.277, (E-285) (1714) 18 December 1984 & JP, A, 59146297 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 22 August 1984 --	1,2,4,7,10																					
X	Patents Abstracts of Japan, volume 6, No.189, (E-133) (1067) 28 September 1982 & JP, A, 57101492 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24 June 1982	1-3																					
A	--	6,10																					
X	Patents Abstracts of Japan, volume 8, No. 256, (E-280) (1693) 22 November 1984	1-3																					
		./.																					
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;">Date of the Actual Completion of the International Search</th> <th style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;">Date of Mailing of this International Search Report</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">1 April 1986 (01.04.86)</td> <td style="padding: 5px;">21 April 1986 (21.04.86)</td> </tr> <tr> <th style="border-bottom: 1px solid black;">International Searching Authority</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Signature of Authorized Officer</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">European Patent Office</td> <td></td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	1 April 1986 (01.04.86)	21 April 1986 (21.04.86)	International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	European Patent Office														
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report																						
1 April 1986 (01.04.86)	21 April 1986 (21.04.86)																						
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer																						
European Patent Office																							



Figur 3



Figur 4

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 11/04/86

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4395593	26/07/83	Keine	

THIS PAGE BLANK (USPTO)